

· 基础研究 ·

空心钉和骨圆针固定治疗股骨转子间骨折的力学随机对照试验

孔令英, 刘瑞波, 王建辉

(第六医院骨科, 北京 100007)

【摘要】目的:通过与 4枚斯氏针固定比较,利用生物力学方法评价多枚空心钉固定股骨转子骨折的适应证和可靠性。方法:使用 Sawbone 股骨模型,模拟 Evans A 型骨折,分别用 2种多枚空心钉方法(矩外空心钉和矩内空心钉法)及多枚骨圆针固定,在 CSS-11101 力学实验机上进行载荷试验,取 300 N 载荷下股骨头垂直位移和张口位移数值,比较 3种方法的轴向刚度。通过扭转实验比较 3种固定方法的抗扭转能力。结果:3种固定方法在轴向刚度方面差异有统计学意义($P < 0.05$),而抗扭转能力方面差异无统计学意义($P > 0.05$)。结论:矩外空心钉固定力学性能类似于 4枚骨圆针,而矩内空心钉固定弱于 4枚骨圆针。应用多枚空心钉固定应选择稳定型股骨转子间骨折。

【关键词】股骨骨折; 骨折固定术; 生物力学; 随机对照试验

A randomized controlled trial on mechanics between cannulated cancellous screws and multi-steinmann pins for the treatment of intertrochanteric fractures KONG Ling-ying, LIU Rui-bo, WANG Jian-hui Department of Orthopaedics, the Sixth Hospital of Beijing, Beijing 100007, China

ABSTRACT Objective: Using biomechanical test to evaluate the reliability and indication of multiple cannulated cancellous screws techniques for the treatment of intertrochanteric fractures **Methods:** Fifteen Sawbone models of femur with simulated intertrochanteric fractures (Evans A type) were stabilized with random assignment to 1 of 3 methods of fixation: 2 parallel 6.5 mm cannulated cancellous screws and a cancellous screw placed inferiorly through outside the calcar into femur head; 3 parallel 6.5 mm cannulated cancellous screws; multi-steinmann pins Axial and torsion loading were subjected to the three groups in CSS-11101 testing system. **Results:** At axial loading 300 N, stiffness in three groups had significant difference ($P < 0.05$). There were no statistical significant difference in torsion testing behavior between the 3 fixation methods **Conclusion:** Multiple cancellous screws with a screw outside the calcar provide stability and are able to resist displacement of the fracture similar to multi-steinmann pins It is recommended for the treatment of stable intertrochanteric fractures in selected patients

Key words Femoral fractures; Fracture fixation; Biomechanics; Randomized controlled trials

Zhongguo Gushang/China J Orthop & Trauma, 2007, 20(12): 833-835 www.zggszz.com

股骨转子间骨折是老年人常见创伤,手术治疗方法很多,有股骨近端钉板系统、髓内钉系统、外固定支架及多枚钉或螺纹钉固定,髓动力螺钉(DHS)为衡量诸多内固定材料性能的金标准。应用多枚骨圆针或多枚空心钉治疗股骨转子间骨折,在力学性能方面不如髓动力螺钉,但因其创伤小、操作简单、麻醉要求低,仍被许多骨科医生应用。本文目的是通过生物力学方法比较多枚空心钉固定(矩内和矩外多枚空心钉)与多枚骨圆针固定之间的差异,探讨应用多枚空心钉治疗股骨转子间骨折的适应证和可靠性。

1 材料与方法

1.1 材料 选择 15根人造股骨模型(Sawbone),且符合下列条件:生产厂家相同,均由瑞士 Contraves 公司 2001 年生产。股骨完整,骨面光滑。股骨规格相同。

1.2 分组 试验按完全随机设计进行,将 15根 Sawbone 股骨编号,以抽签方式随机分成 3组,每组 5根,制成 Evans A 型转子间骨折模型。矩外空心钉组(组),用 3枚直径 6.5 mm 空心拉力螺钉固定,下位钉经股骨干外侧皮质、股骨矩、股骨颈内侧皮质外进入股骨头,另 2枚钉位于股骨颈内,其中 1枚位于张力带。矩内空心钉组(组),空心钉直径 6.5 mm,3枚钉均位于股骨颈内,近似平行分布,下位钉贴近股骨矩至股骨头内,另 2枚钉分布与矩外固定相同。多枚骨圆针^[1]组(组),用 4枚直径 4 mm 骨圆针固定,下位 2枚钉经股骨矩位于压力带,并在股骨头内交叉,上位两钉位于张力带,并在股骨头内交叉。按照标准手术操作步骤,分别插入矩外空心钉、矩内空心钉和 4枚骨圆针(见图 1)。

1.3 观察项目 将股骨远端截除一部分,使之垂直高度保持一致(30 cm),模拟单足站立时股骨负重力线方向,使冠状面保持内收 25 位,矢状面保持垂直位,远端用牙托粉固定在

通讯作者:孙令英 Tel: 13681565361 E-mail: klying12@sina.com

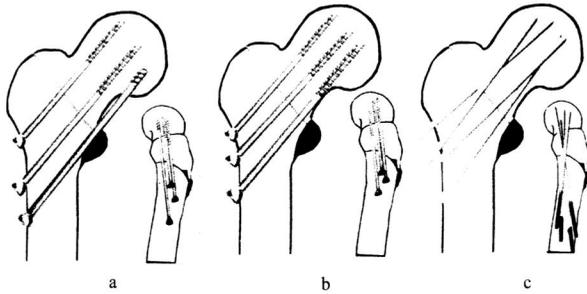


图 1 3种内固定方式正侧面观 1a. 矩外空心钉 1b. 矩内空心钉 1c. 4枚骨圆针

Fig 1 The front and lateral view of the three methods of internal fixation 1a Two parallel cannulated cancellous screws and a inferiorly placed cannulated cancellous screw outside the calcar 1b Three parallel cannulated cancellous screws 1c Multi-steinmann pins

夹具上。比较 3组骨折模型用 3种方法固定后的轴向承载能力和抗扭转能力。实验均在生物力学实验机上进行 (CSS-11101型, 长春实验机研究所制造)。

1.4 实验方法

1.4.1 股骨头垂直位移 每次实验对本标施加 5种轴向载荷 (分别为 100、200、300、400、500 N), 加载速率 0.5 mm/min, 用千分表测量股骨头的垂直位移, 画出载荷 - 位移曲线 (见图 2a)。由于载荷和位移是线性相关的, 我们取 300 N 载荷下股骨头的垂直位移来比较矩外空心钉、矩内空心钉和 4枚骨圆针这 3种植入体的轴向刚度, 即载荷 - 位移曲线的斜率。

1.4.2 张口位移 将引伸器两测量臂置于股骨大转子截骨线近侧两端, 在测量股骨头垂直位移同样载荷下, 同时测出近端截骨线张口位移 (见图 2a)。取 300 N 载荷下 3组受试样本张口位移值进行比较分析。

1.4.3 股骨头扭转角 通过股骨头矢状面中心从前向后垂直插入 1枚直径为 5 mm、长度为 2.5 cm 的螺纹钉作为加载臂。加载方向同地面垂直, 加载速度为 0.5 mm/min, 测定加载点垂直位移为 3 mm, 即股骨头在矢状面的旋转角度为 7 时的扭转力矩值 (见图 2b, 股骨头的扭转角度 a 近似等于加载点的垂直位移 h 与载臂长度 d 之比的反正弦值, 即 $a = \arcsin h/d$)。比

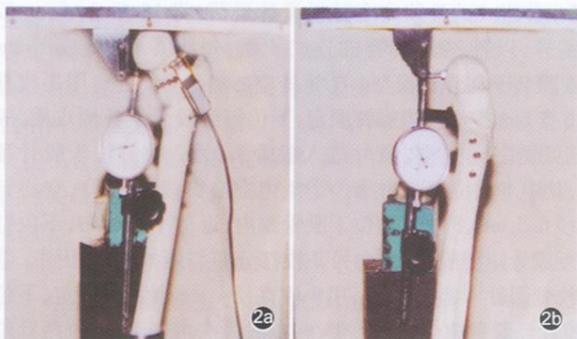


图 2 千分表和引伸器位置 2a. 测量股骨头垂直位移和张口位移 2b. 测量股骨头扭转角方式

Fig.2 The position of dial indicator and tape stretcher 2a. The measurement of vertical displacement of the femur head and opening displacement 2b. Method of testing torsion angle of femur head.

较 3组受检测样本扭转力矩值, 评价抗扭转能力。

1.5 统计学处理 实验数据采用 SPSS 11.0 软件进行线性回归分析和单因素方差分析, 当 $P < 0.05$ 时表示差异有统计学意义。

2 结果

所有标本均顺利完成测试。取载荷为 300 N 时股骨头的垂直位移值和骨折端张口位移值来分析矩外空心钉组、矩内空心钉组和骨圆针组的抗压能力, 为保证这种分析的可信性, 分别做每个标本的载荷 - 垂直位移曲线和载荷 - 开口位移曲线的线性回归分析, 其平均线性回归系数分别为 0.991 3 和 0.987 3, 因此这种分析方法是可行的。

2.1 股骨近段轴向刚度 将 300 N 载荷下, 股骨头垂直位移转换成刚度。3种内固定物固定后股骨近段轴向刚度的平均值 - 标准差的比较见表 1, 应用单因素方差分析, 组间比较 $P = 0.028 < 0.05$, 差异有统计学意义。进一步做均数的两两比较可知, 矩内空心钉组的轴向刚度小于矩外空心钉组和骨圆针组, 差异有统计学意义 ($P = 0.011, P = 0.043$), 而后两者的轴向刚度差异无统计学意义 ($P = 0.468$)。

表 1 3种内固定物实验数据比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab 1 Comparison of the data of the three internal fixation ($\bar{x} \pm s$)

组别	股骨数 (根)	300 N 轴向载荷		股骨头扭转角 γ 扭转力矩值 (Nm)
		轴向刚度 (N/mm)	张口位移 (mm)	
组 1	5	74.32 \pm 10.73	1.74 \pm 1.43	0.864 \pm 0.227 2 [#]
组 2	5	57.75 \pm 9.48*	1.54 \pm 1.99	0.756 \pm 0.199 5
组 3	5	70.20 \pm 4.70	6.20 \pm 1.88**	0.750 \pm 0.293 7

注: 组与 组比较, * $P < 0.05$; 组与 组比较, $P > 0.05$; 组与 组比较, ** $P < 0.05$; 组与 组比较, $P > 0.05$; 3组间比较差异无统计学意义, [#] $P > 0.05$

Note: Compared between Group and Group , * $P < 0.05$; Compared between Group and Group , $P > 0.05$; Compared between Group and Group , ** $P < 0.05$; Compared between Group and Group , $P > 0.05$; Compared among three groups without statistical differences, [#] $P > 0.05$

2.2 张口位移 300 N 载荷下, 3种内固定物的开口位移的差异有统计学意义, $P = 0.002$ (见表 1)。进一步做均数的两两比较可知, 斯氏针组的张口位移大于矩外空心钉组和矩内空心钉组, 差异有统计学意义 ($P = 0.002, P = 0.001$), 而后两者之间差异无统计学意义 ($P = 0.866$)。

2.3 股骨头扭转力矩 载臂的加载点垂直位移为 3 mm, 即股骨头在矢状面的旋转角度为 7 时的 3种内固定物的平均扭转力矩值见表 1, 经统计学处理 3种内固定物的扭转力矩值的差异无统计学意义 ($P = 0.529$)。

3 讨论

3.1 3组固定的力学性能差异 在股骨近段轴向刚度方面, 矩外空心钉组与骨圆针组相近, 优于矩内空心钉。其原因是矩外空心钉组下位钉在股骨颈基底内侧面皮质处建立了 1 个支点, 提高了下位固定钉的支撑力; 而矩内空心钉组, 在 Evans

A 型骨折, 因小转子骨折使矩内空心钉组下位钉失去支撑支点, 故其承受轴向负荷能力下降。在开口位移检测中骨圆

钉组大于矩外、矩内空心钉组,这是由于空心钉组张力带拉力螺钉使股骨截骨线近侧抗拉张能力增强,在 300 N 载荷下 Sawbone 股骨近端弯曲变形,股骨头垂直位移增加,但股骨截骨线近侧开口位移并未增加。3组固定在对扭能力实验中无显著差别。综合评价本实验,矩外空心钉组与 4枚骨圆钉组力学性能相近,优于矩内空心钉组。

3.2 股骨转子间骨折内固定物的可靠性 髋动力螺钉系统, Gamma钉,股骨近端钉(PFN)等,它们的最大轴向载荷大于 280 kg,标准外固定支架系统也可达到 180 kg。在多枚骨圆钉固定股骨转子间骨折生物力学比较研究中,最大轴向负荷为 90~170 kg^[1-3]。实验数据差距很大,原因是多枚骨圆钉系统不是单靠自身强度来完成固定,它依赖于股骨近端外侧壁的完整和坚强程度,固定钉数量及在股骨近端的分布,尤其是下位钉要借助股骨矩的支撑。在 Blair等^[4]所做的股骨颈基底骨折内固定材料比较研究中,多枚空心钉组最大承载负荷为(1 736 ±494) N,明显比 DHS的(2 880 ±679) N小;在抗侧弯力和扭力方面两者差异无统计学意义。从上述材料的力学特征考虑,应用多枚空心钉固定转子间骨折不能满足早期负重,但在抗扭转方面不逊于 DHS,能满足不负重的坐床、翻身等基本活动。

3.3 临床应用价值 对于股骨转子间骨折应首选坚强固定,如 PFN、DHS和外固定支架,对于不稳定转子间骨折应选择 DHS加转子侧方支持板、DCS或 PFN固定^[5]。多枚空心钉固

定仅适合于 Evans A型稳定型骨折,且身体条件差,不能耐受全麻或硬膜外麻醉的患者,其与 4枚骨圆钉相比减少了术后针尾问题。尽管试验中模拟 Evans A型骨折,但不推荐使用。在试验中矩外空心钉力学性能优于矩内组,但在实践中不应过分强调“矩外”,以免因反复钻孔造成不必要的创伤。防止空心钉固定失败的要点是正确地选择适应证、手术方法和晚负重。

参考文献

- 1 胥少汀,李晴航,何铁春,等. 实验性股骨粗隆间骨折不同内固定方法的比较. 中华外科杂志, 1991, 29(4): 251-255.
- 2 韩一生,赵广跃,李稔生,等. Gamma钉、鹅头钉和多根斯氏钉治疗股骨粗隆部骨折的临床和生物力学比较. 第四军医大学学报, 1996, 17(6): 437-440.
- 3 刘安庆,张银光,王春生,等. 股骨转子间骨折的治疗及生物力学研究. 中国矫形外科杂志, 2000, 7(9): 856-858.
- 4 Blair B, Koval KJ, Kummer F, et al Basicervical fractures of the proximal femur A biomechanical study of 3 internal fixation techniques Clin Orthop Relat Res, 1994, 306: 256-263.
- 5 Bong MR, Patel V, Lesaka K, et al Comparison of a sliding hip screw with a trochanteric lateral support plate to an intramedullary hip screw for fixation of unstable intertrochanteric hip fractures: a cadaver study. J Trauma, 2004, 56(4): 791-794.

(收稿日期: 2007 - 01 - 04 本文编辑:王宏)

《中国骨伤》编辑委员会名单

名誉主编: (按首字汉语拼音字母顺序为序)

陈可冀(中国科学院院士) 沈自尹(中国科学院院士) 王澍寰(中国工程院院士)
吴咸中(中国工程院院士) 钟世镇(中国工程院院士)

顾问: (按首字汉语拼音字母顺序为序)

陈渭良 丁继华 冯天有 顾云伍 胡兴山 蒋位庄 孔繁锦 黎君若 李同生 梁克玉
刘柏龄 孟和 施杞 时光达 石印玉 孙材江 袁浩 赵易 朱惠芳 朱云龙
诸方受

主 编:董福慧

副 主 编: (按首字汉语拼音字母顺序为序)

敖英芳 白人骁 杜宁 金鸿宾 李为农(常务) 吕厚山 孙树椿 王岩 王满宜
卫小春

编委委员: (按首字汉语拼音字母顺序为序)

敖英芳 白人骁 毕大卫 陈仲强 董健 董福慧 董清平 杜宁 樊粤光 葛尊信
郭万首 何伟 胡良平 胡兴山 金鸿宾 雷仲民 李德达 李盛华 李为农 李无阴
刘金文 刘兴炎 刘忠军 刘仲前 罗从风 马真胜 邱勇 阮狄克 沈霖 沈冯君
石关桐 孙常太 孙树椿 孙天胜 谭明生 涂丰 谭远超 王岩 王爱民 王和鸣
王坤正 王满宜 王序全 王拥军 韦贵康 卫小春 肖鲁伟 徐荣明 杨小平 姚共和
姚树源 余庆阳 袁文 詹红生 张俐 张保中 张春才 张功林 张连仁 张英泽
赵平 赵建宁 赵文海 郑忠东 钟广玲 周卫 朱立国 朱振安 邹季
顾华(美国) John W. McDonald(美国)